

**INTERNATIONALES ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)**

(57) Zusammenfassung

Schaltungsanordnung zur Zweidraht-Vierdraht-Umsetzung mit Empfangsmitteln, die eingangsseitig mit einem digitalen Zweidraht-Empfangsweg gekoppelt sind und über diesen ein digitales Empfangssignal erhalten, mit den Empfangsmitteln nachgeschalteten Signalbearbeitungsmitteln, die ein erstes und zweites Signal abgeben, mit Echounterdrückungsmitteln, denen das erste Signal zugeführt wird und ein drittes Signal abgeben, mit Mitteln zur Digital-Analog-Umsetzung, denen das zweite Signal zugeführt wird und die ein zweites Signal abgeben, mit einer Hybridschaltung, die mit einem analogen Vierdraht-Sende-Empfangsweg gekoppelt ist, der das vierte Signal zugeführt wird und die ein fünftes Signal abgibt, mit Mitteln zur Analog-Digital-Umsetzung, denen das fünfte Signal zugeführt wird und die ein sechstes Signal abgeben, und mit Sendemitteln, denen das sechste Signal zugeführt wird, die ausgangsseitig mit einem digitalen Zweidraht-Sendeweg gekoppelt sind und die an diesen ein digitales Sendesignal abgeben, wobei die Mittel zur Digital-Analog-Umsetzung einen Sigma-Delta-Modulator aufweisen.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Schaltungsanordnung zur Zweidraht-Vierdraht-Umsetzung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Zwei-
draht-Vierdraht-Umsetzung mit Empfangsmitteln, die eingangs-
seitig mit einem digitalen Zweidraht-Empfangsweg gekoppelt
sind und über diesen ein digitales Empfangssignal erhalten,
mit den Empfangsmitteln nachgeschalteten Signalbearbeitungs-
mitteln, die ein erstes und zweites Signal abgeben, mit Echo-
unterdrückungsmitteln, denen das erste Signal zugeführt wird
und die ein drittes Signal abgeben, mit Mitteln zur Digital-
Analog-Umsetzung, denen das zweite Signal zugeführt wird und
die ein zweites Signal abgeben, mit einer Hybridschaltung,
die mit einem analogen Vierdraht-Sende-Empfangsweg gekoppelt
ist, der das vierte Signal zugeführt wird und die ein fünftes
Signal abgibt, mit Mitteln zur Analog-Digital-Umsetzung, de-
nen das fünfte Signal zugeführt wird und die ein sechstes Si-
gnal abgeben, und mit Sendemitteln, denen das sechste Signal
zugeführt wird, die ausgangsseitig mit einem digitalen Zwei-
draht-Sendeweg gekoppelt sind und die an diesen ein digitales
Sendesignal abgeben.

Derartige Schaltungsanordnungen sind in vielfältigen Ausge-
staltungen beispielsweise aus der WO 95/17049 bekannt. Dabei
kommt insbesondere ein Verfahren zum Verringern von Clip-
ping- oder Quantisierungseffekten von Digital-Analog-
Umsetzern im Sendepfad der Echounterdrückung zur Anwendung.
Insbesondere für ADSL geeignete Systeme, die Multi-Carrier-
Modulation verwenden, sind auch unter anderem bei John A.C.
Bingham, IEEE Communications Magazine, Vol. 28, Nr. 5 Seiten
5-14, Mai 1990, bei S.Fleming et al., Telephony, 12. Juli
1993, Seiten 20-26 sowie bei M.Ho et al., 1993 International
Conference on Communications, Seiten 772-776, Mai 1993 be-
schrieben. Ein Problem bei diesen drei zuletzt genannten An-
ordnungen ist, daß sich durch Clipping und Quantisierung her-
vorgerufenes Rauschen durch übliche Echounterdrückungssysteme
nicht beseitigen läßt und daher die Übertragungseigenschaften

des Übertragungssystems negativ beeinflußt werden. Mit dem in der WO 95/17049 vorgestellten Verfahren und Übertragungssystemen werden diese Effekte deutlich reduziert. Jedoch werden dabei erhöhte Anforderungen insbesondere an die Qualität der Digital-Analog-Umsetzung gestellt. Die Digital-Analog-Umsetzung sollte dabei nahezu ideal sein, so daß Digital-Analog-Konverter, die dem Nyquist-Kriterium nicht genügen, ungeeignet sind. Geeignete Digital-Analog-Umsetzer erfordern jedoch sowohl hohen schaltungstechnischen Aufwand und als auch einen hohen Abgleichaufwand, weshalb sie für eine Realisierung in integrierter Schaltungstechnik weniger geeignet sind. Sehr geeignet für eine Realisierung in integrierter Schaltungstechnik sind dagegen nach dem Sigma-Delta-Modulatorprinzip arbeitende Digital-Analog-Umsetzer, die jedoch nicht dem Nyquist-Kriterium genügen und daher bei den in der WO 95/17049 beschriebenen Systemen nicht ohne weiteres eingesetzt werden können.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Schaltungsanordnung der eingangs genannten Art mit verbesserter Integrierbarkeit auch bei Verwedung des bekannten Verfahrens zur Verringerung von Clipping- und Quantisierungseffekten anzugeben.

Die Aufgabe wird durch eine Schaltungsanordnung gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Erfindungsgedankens sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß die Mittel zur Digital-Analog-Umsetzung einen Sigma-Delta-Modulator aufweisen.

Insbesondere umfassen die Mittel zur Digital-Analog-Umsetzung als Sigma-Delta-Modulationseinrichtung ein Interpolationsfilter, denen das zweite Signal zugeführt wird, ein dem Interpolationsfilter nachgeschaltetes digitales Noise-Shaping-Filter sowie einem diesen wiederum nachgeschaltetes analoges Rekonstruktionsfilter. Am Ausgang des analogen Rekonstruktionsfilters ist dabei das vierte Signal abgreifbar. Im Interpolati-

onsfilter wird das zweite Signal digital interpoliert und somit für das nachfolgende Oversampling aufbereitet. Das nachfolgende Noise-Shaping-Filter erzeugt aus den N-Bit des digitalen Signals am Ausgang des Interpolationsfilters ein 1 Bit breites Pulsmodulationssignal unter Verwendung mehrerer, beispielsweise 1 bis 6, Rückkopplungsschleifen. Aus diesem 1 Bit breiten digitalen Bitstrom wird mittels eines analogen Filters, wie beispielsweise einer RC-Schaltung oder eines Switches-Capacitor-Netzwerkes, das analoge Signal rekonstruiert.

Bei einer Weiterbildung der Erfindung wird das Ausgangssignal des digitalen Noise-Shaping-Filters ein Approximationsfilter zugeführt, dem wiederum ein Echoschätzfilter nachgeschaltet ist. Das Ausgangssignal des Echoschätzfilters wird dabei dem Ausgangssignal der Mittel zum Analog-Digital-Umsetzen, nämlich dem sechsten Signal, subtraktiv überlagert. Das Approximationsfilter dient dazu, daß analoge Rekonstruktionsfilter zu approximieren. Es handelt sich somit u.a. um ein DAC-Schätzfilter. Das bedeutet, daß das analoge Signal am Ausgang des analogen Rekonstruktionsfilters, nämlich das vierte Signal, durch das digitale Signal am Ausgang des Approximationsfilters angenähert wird. Darüber hinaus wird das überabgetastete Signal im Approximationsfilter auf die in der gesamten Schaltungsanordnung verwendete Abtastrate herabgesetzt. Mittels des Echoschätzfilters wird adaptiv das Verhalten der Hybridschaltung und des analogen Sende-Empfangs-Wegs angenähert. Vorteil dabei ist, daß sowohl lineare als auch nichtlineare, beispielsweise beim digitalen Noise-Shaping entstehende Signale kompensiert werden.

Darüber hinaus kann die vorstehend genannte Weiterbildung der Erfindung durch ein Verzögerungsschätzfilter erweitert werden, dem eingangsseitig das zweite Signal zugeführt wird und dessen Ausgangssignal dem Ausgangssignal des Approximationsfilters subtraktiv mit dem Ausgangssignal des Approximationsfilters überlagert und mit diesem zusammen dem Echoschätzfilter zugeführt wird. Damit wird erreicht, daß nur der

nichtlineare, im digitalen Noise-Shaping-Filter entstandene Signalanteil weitergeleitet wird und demzufolge das Echoschätzfilter auf einfachere Weise und damit mit geringerem Aufwand realisiert werden kann. Das Verzögerungsschätzfilter ist dabei derart ausgebildet, daß die Zeitverzögerung und der Amplitudengang des Interpolationsfilters kompensiert wird.

Bei einer anderen Weiterbildung der Erfindung wird zur Herabsetzung der Abtastrate ein eigenes digitales Dezimationssfilter eingesetzt, das dem Approximationsfilter nachgeschaltet ist. Auf das digitale Dezimationsfilter folgt demzufolge das Echoschätzfilter. Der Weiterbildung gemäß wird das Ausgangssignal des Interpolationsfilters dem Ausgangssignal des Approximationsfilters subtraktiv überlagert und so dem digitalen Dezimationssfilter zugeführt. Durch die Aufspaltung des Approximationsfilters in einen rein approximierenden („schätzenden“) Teil und in einen Dezimationsteil wird die Subtraktion bei hohen Abtastraten durchgeführt, wobei ein Ausgleich der Verzögerungszeit entfallen kann.

Weiterhin kann nach dem digitalen Dezimationsfilter eine Hybrid-Kompensationseinheit vorgesehen werden, die die Nichtlinearitäten beispielsweise der Line-Treiber in der Hybrid-schaltung annähert. Die Annäherung erfolgt beispielsweise über eine nichtlineare Charakteristik, die auf den digitalen Bitstrom am Ausgang des digitalen Dezimationsfilters angewendet wird.

Desweiteren kann das Ausgangssignal des Echoschätzfilters unter Zwischenschaltung eines weiteren Interpolationsfilters, eines weiteren digitalen Noise-Shaping-Filters sowie eines weiteren Dezimationsfilters in Reihe mit dem Ausgangssignal der Mittel zur Analog-Digital-Umsetzung verknüpft werden. Die Anordnung aus weiterem Interpolationsfilter, weiterem digitalen Noise-Shaping-Filter sowie weiterem Dezimationsfilter dient zur Nachbildung der Übertragungseigenschaften der Mittel zur Analog-Digital-Umsetzung.

Es kann darüberhinaus vorgesehen werden, daß die Signalbearbeitungsmittel zudem ein siebtes Signal abgeben, das unter Zwischenschaltung von Mitteln zur Echoschätzung mit dem sechsten Signal subtraktiv verknüpft den Sendemitteln zugeführt wird und/oder daß die Signalbearbeitungsmittel zudem ein achttes Signal abgeben, das zum Steuern der Echounterdrückungsmittel vorgesehen ist.

- 10 Schließlich können zwischen die Mittel zur Analog-Digital-Umsetzung und die Sendemittel weitere Mittel zur Signalbearbeitung geschaltet werden.

15 Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in den Figuren der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

- Figuren 1 bis 8 prinzipielle Ausgestaltungen einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung,
20 Figur 9 eine erste Ausführungsform des den AD-Umsetzer, die Hybridschaltung und dem DA-Umsetzer enthaltenden Schaltungsteils,
Figur 10 die Kennlinie des Approximationsfilters bei der Ausführungsform nach Figur 9 und
25 Figur 11 eine zweite Ausführungsform des den AD-Umsetzer, die Hybridschaltung und dem DA-Umsetzer enthaltenden Schaltungsteils.

Die in den Figuren 1 bis 8 gezeigten Ausführungsformen sind
30 im einzelnen in der WO 95/17049 detailliert in Aufbau und Funktionsweise beschrieben. Es wird daher auf die dort niedergelegten Erläuterungen verwiesen, die damit Bestandteil der vorliegenden Ausführungen werden sollen. Die in den Figuren 1 bis 8 dargestellten Ausführungsformen weisen sämtlich
35 Empfangsmittel 10 auf, die eingangsseitig mit einem digitalen Zweidraht-Empfangsweg 12 gekoppelt sind. Den Empfangsmitteln, 10 sind Signalbearbeitungsmittel 28 nachgeschaltet, die ein

erstes und zweites Signal abgeben. Das erste Signal wird dabei Echounterdrückungsmitteln 26 zugeführt, die ein drittes Signal abgeben. Das zweite Signal wird an Mittel zur Digital-Analog-Umsetzung 14 angelegt, deren Ausgangssignal, ein vier-
5 tes Signal, einer Hybridschaltung 16 zugeführt wird. Diese ist mit einem analogen Vierdraht-Sende-Empfangsweg 18 gekoppelt und gibt ein fünftes Signal ab, das als Eingangssignal für Mittel zur Analog-Digital-Umsetzung 20 vorgesehen ist. Den Mitteln zur Analog-Digital-Umsetzung 20 sind Sendemittel
10 22 nachgeschaltet, denen neben dem Ausgangssignal der Mittel zur Analog-Digital-Umsetzung 20, nämlich dem sechsten Signal, auch das Ausgangssignal der Echounterdrückungsmittel, nämlich das dritte Signal, zugeführt wird. Die Sendemittel 22 sind ausgangsseitig mit einem digitalen Zweidraht-Sendeweg 24 ge-
15 koppelt. Erfindungsgemäß arbeiten dabei die Mittel zur Digital-Analog-Umsetzung 14 nach dem Sigma-Delta-Modulationsprinzip.

Dabei kann vorgesehen werden, daß die Signalbearbeitungsmittel 28 zudem ein siebtes Signal E abgeben, das unter Zwischenschaltung von Mitteln zur Echoschätzung 30 mit dem sechsten Signal subtraktiv verknüpft den Sendemitteln 22 zuge-
20 führt wird und/oder daß die Signalbearbeitungsmittel 28 zudem ein achttes Signal abgeben, das zum Steuern der Echounterdrückungsmittel 26 vorgesehen ist. Auch können zwischen die Mittel zur Analog-Digital-Umsetzung 20 und die Sendemittel 22
25 weitere Mittel zur Signalbearbeitung 50, 52 geschaltet werden.

30 Gemäß Fig. 9 umfassen die Mittel zur Digital-Analog-Umsetzung insbesondere ein Interpolationsfilter 97, denen das Ausgangssignalsignal der Signalbearbeitungsmittel 28 zugeführt wird, ein dem Interpolationsfilter 97 nachgeschaltetes digitales Noise-Shaping-Filter 98 sowie einem diesen wiederum nachge-
35 schaltetes analoges Rekonstruktionsfilter 99. Das am Ausgang des analogen Rekonstruktionsfilters 99 abgreifbare Signal wird im Interpolationsfilter 97 digital interpoliert und so-

mit für das nachfolgende Oversampling aufbereitet. Das nachfolgende Noise-Shaping-Filter 98 erzeugt aus den N-Bit des digitalen Signals am Ausgang des Interpolationsfilters 97 ein 1 Bit breites Pulsmodulationssignal unter Verwendung mehrerer, beispielsweise 1 bis 6, Rückkopplungsschleifen. Aus diesem 1 Bit breiten digitalen Bitstrom wird mittels des analogen Rekonstruktionsfilters, das beispielsweise eine RC-Schaltung oder ein Switched-Capacitor-Netzwerk aufweist, das analoge Signal rekonstruiert.

Das Ausgangssignal des digitalen Noise-Shaping-Filters 98 wird in Weiterbildung der Erfindung einem Approximationsfilter 100 zugeführt, dem wiederum ein Echoschätzfilter 106 nachgeschaltet ist. Das Ausgangssignal des Echoschätzfilters 106 wird dabei dem Ausgangssignal der Mittel zur Analog-Digital-Umsetzung 20 mittels der Subtrahiereinrichtung 107 subtraktiv überlagert. Das Approximationsfilter 100 dient dazu, das analoge Rekonstruktionsfilter 99 zu approximieren. Es handelt sich somit im wesentlichen um ein Schätzfilter zur Annäherung des Verhaltens der Mittel zur Digital-Analog-Umsetzung 14. Das bedeutet, daß das analoge Signal am Ausgang des analogen Rekonstruktionsfilters 99 durch das digitale Signal am Ausgang des Approximationsfilters 100 angenähert wird. Darüber hinaus wird das überabgetastete Signal im Approximationsfilter 100 auf die in der gesamten Schaltungsanordnung verwendete Abtastrate herabgesetzt. Mittels des Echoschätzfilters 106 wird adaptiv das Verhalten der Hybrid-schaltung 16 und des analogen Sende-Empfangs-Wegs 18 angenähert. Vorteil dabei ist, daß sowohl lineare als auch nichtlineare, beispielsweise beim digitalen Noise-Shaping entstehende Signale kompensiert werden.

Darüber hinaus ist die vorstehend genannte Ausführungsform durch ein Verzögerungsschätzfilter 103 erweitert, welchem eingangsseitig das Ausgangssignal der Signalbearbeitungsmittel 28 zugeführt wird und dessen Ausgangssignal dem Ausgangssignal des Approximationsfilters 100 mittels der Subtra-

hiereinrichtung 105 subtraktiv überlagert und mit diesem zusammen dem Echoschätzfilter 106 zugeführt wird. Durch die Differenzbildung der Ausgangssignale von Verzögerungsschätzfilter 103 und Approximationsfilter 100 wird erreicht, daß
5 nur der nichtlineare, im digitalen Noise-Shaping-Filter 98 entstandene Signalanteil weitergeleitet wird und demzufolge das Echoschätzfilter 106 auf einfachere Weise und damit mit geringerem Aufwand realisiert werden kann. Das Verzögerungsschätzfilter 103 ist dabei derart ausgebildet, daß die Zeit-
10 verzögerung und der Amplitudengang des Interpolationsfilters 97 kompensiert wird. Der lineare Echoanteil kann dabei ggf. bereits durch die Mittel zur Echounterdrückung 26 kompensiert werden.

15 Weiterhin kann das Approximationsfilter 100 neben einem DAC-Schätzfilter 100a auch ein Hybrid-Schätzfilter 100b, das die Nichtlinearitäten beispielsweise der Line-Treiber in der Hybridschaltung 16 annähert, sowie ein digitales Dezimationsfilter 100c aufweisen.

20 Die Annäherung beim Hybrid-Schätzfilter 100b erfolgt gemäß Fig. 10 beispielsweise entsprechend einer nichtlinearen Charakteristik 120 mit begrenzendem, beispielsweise annähernd logarithmischem Verlauf gegenüber einem linearen Verlauf 121,
25 die auf den digitalen Bitstrom am Eingang (oder am Ausgang) des digitalen Dezimationsfilters 110c angewendet wird. Die Charakteristik 120 kann beispielsweise von verschiedenen Koeffizienten α , β abhängig sein, die -falls gewünscht- einstellbar sind.

30 Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 11 ist die Ausführungsform nach Fig. 9 die Erfindung weiterbildend derart abgeändert, daß zur Herabsetzung der Abtastrate ein eigenes digitales Dezimationssfilter 108 eingesetzt ist, das einem das
35 Approximationsfilter 100 ersetzenden DAC-Schätzfilter 104 nachgeschaltet ist, wobei in den Ausführungsbeispielen der Fig. 9 und 11 gleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen

versehen sind. Auf das digitale Dezimationsfilter 108 folgt demzufolge das Echoschätzfilter 106.

5 Einer Weiterbildung gemäß wird das Ausgangssignal des Interpolationsfilters 97 dem Ausgangssignal des DAC-Schätzfilters 104 subtraktiv mittels einer Subtrahiereinrichtung 101 überlagert und so dem digitalen Dezimationssfilter 108 zugeführt. Durch die Aufspaltung des Approximationsfilters 100 aus Fig. 9 in einen rein approximierenden („schätzenden“) Teil und in
10 einen Dezimationsteil wird die Subtraktion mittels der Subtrahiereinrichtung 101 bei hohen Abtastraten durchgeführt, wobei ein Ausgleich der Verzögerungszeit entfallen kann.

Schließlich wird das Ausgangssignal des Echoschätzfilters 106
15 unter Zwischenschaltung eines weiteren Interpolationsfilters 109a, eines weiteren digitalen Noise-Shaping-Filters 109b sowie eines weiteren Dezimationsfilters 109c in Reihe mit dem Ausgangssignal der Mittel zur Analog-Digital-Umsetzung 20 mittels der Subtrahiereinrichtung 107 verknüpft. Die Anord-
20 nung aus weiterem Interpolationsfilter 109a, weiterem digitalen Noise-Shaping-Filter 109b sowie weiterem Dezimationsfilter 109c dient zur Nachbildung der Übertragungseigenschaften der Mittel zur Analog-Digital-Umsetzung 20.

25 Selbstredend ist, daß die Abtastrate am Ausgang eines Interpolationsfilters höher ist als an seinem Eingang und daß die Abtastrate am Ausgang eines Dezimationsfilters niedriger ist als an seinem Eingang.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Zweidraht-Vierdraht-Umsetzung
mit Empfangsmitteln, die eingangsseitig mit einem digitalen
5 Zweidraht-Empfangsweg gekoppelt sind und über diesen ein di-
gitales Empfangssignal erhalten,
mit den Empfangsmitteln nachgeschalteten Signalbearbeitungs-
mitteln, die ein erstes und zweites Signal abgeben,
mit Echounterdrückungsmitteln, denen das erste Signal zuge-
10 führt wird und ein drittes Signal abgeben,
mit Mitteln zur Digital-Analog-Umsetzung, denen das zweite
Signal zugeführt wird und die ein zweites Signal abgeben,
mit einer Hybridschaltung, die mit einem analogen Vierdraht-
Sende-Empfangsweg gekoppelt ist, der das vierte Signal zuge-
15 führt wird und die ein fünftes Signal abgibt,
mit Mitteln zur Analog-Digital-Umsetzung, denen das fünfte
Signal zugeführt wird und die ein rechtes Signal abgeben, und
mit Sendemitteln, denen das sechste Signal zugeführt wird,
die ausgangsseitig mit einem digitalen Zweidraht-Sendeweg ge-
20 koppelt sind und die an diesen ein digitales Sendesignal ab-
geben,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Mittel zur Digital-Analog-Umsetzung einen Sigma-
Delta-Modulator aufweisen.

25

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Mittel zur Digital-Analog-Umsetzung ein Interpolati-
onsfilter, denen das zweite Signal zugeführt wird, ein dem
30 Interpolationsfilter nachgeschaltetes digitales Noise-
Shaping-Filter sowie ein diesem wiederum nachgeschaltetes
analoges Rekonstruktionsfilter aufweisen.

3. Schaltungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche,
35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß das Ausgangssignal des digitalen Noise-Shaping-Filters
einem Approximationsfilter zugeführt wird, dem wiederum ein

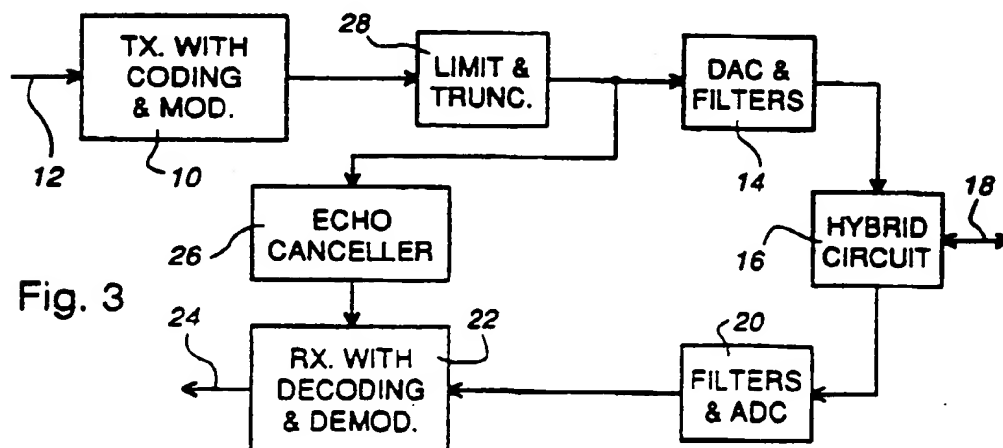
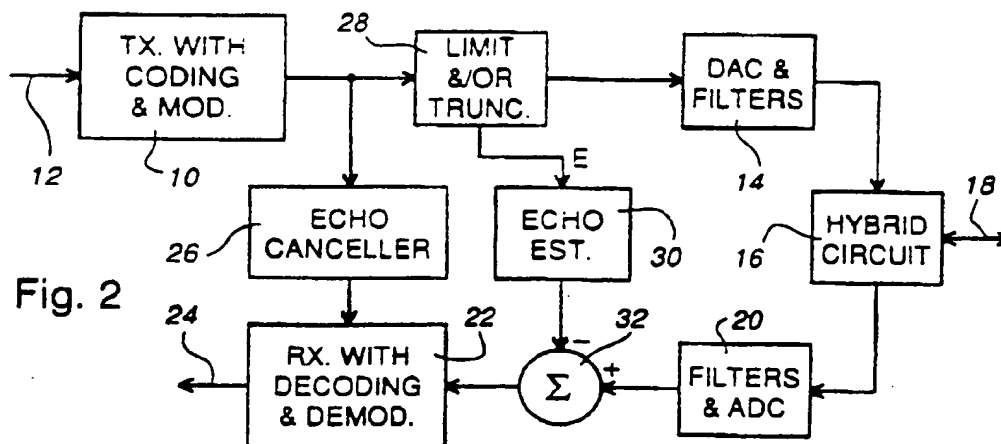
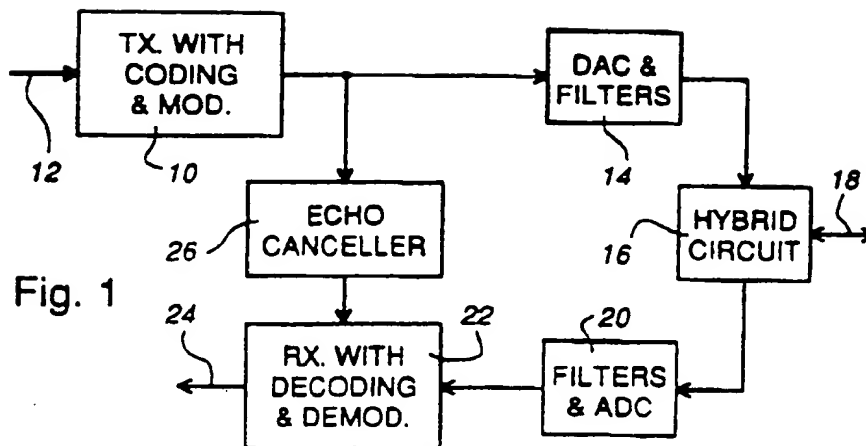
Echoschätzfilter nachgeschaltet ist und daß das Ausgangssignal des Echoschätzfilters dem sechsten Signal subtraktiv überlagert wird.

- 5 4. Schaltungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß einem Verzögerungsschätzfilter eingangsseitig das zweite
Signal zugeführt wird und daß dessen Ausgangssignal dem Aus-
gangssignal des Approximationsfilters subtraktiv überlagert
10 und mit diesem zusammen dem Echoschätzfilter zugeführt wird.
5. Schaltungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß zur Herabsetzung der Abtastrate ein eigenes digitales De-
15 zimationssfilter vorgesehen ist, das dem Approximationsfilter
nachgeschaltet ist.
6. Schaltungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
20 daß dem digitalen Dezimationsfilter ein Hybrid-schätzfilter
nachfolgt, die das Verhalten der Hybridschaltung annähert.
7. Schaltungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
25 daß das Ausgangssignal des Echoschätzfilters unter Zwischen-
schaltung eines weiteren Interpolationsfilters, eines weite-
ren digitalen Noise-Shaping-Filters sowie eines weiteren De-
zimationsfilters in Reihe mit dem Ausgangssignal der Mittel-
zur Analog-Digital-Umsetzung verknüpft wird.
30
8. Schaltungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Signalbearbeitungsmittel zudem ein siebtes Signal ab-
geben, das unter Zwischenschaltung von Mitteln zur Echoschät-
35 zung mit dem sechsten Signal subtraktiv verknüpft den Sende-
mitteln zugeführt wird.

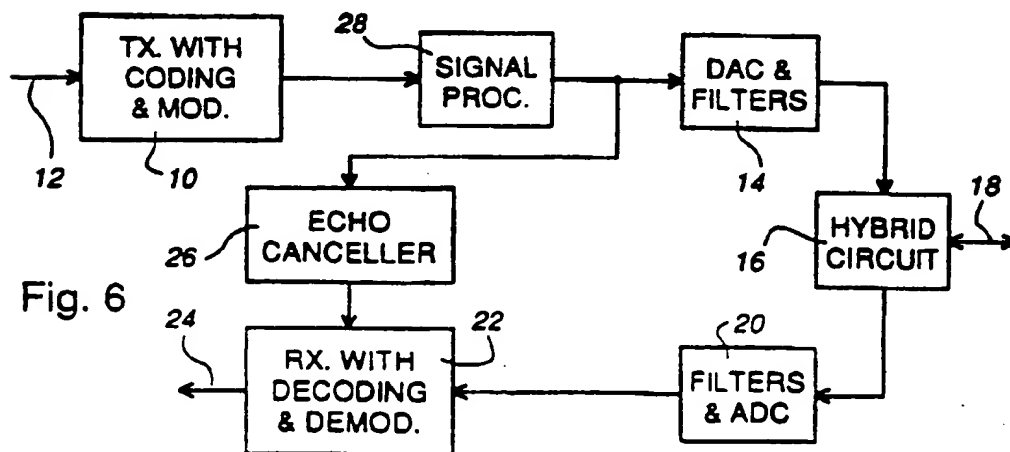
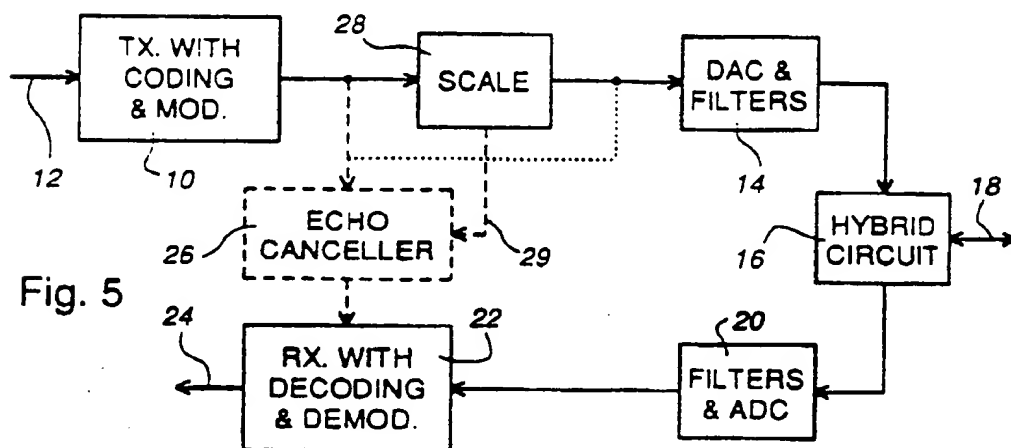
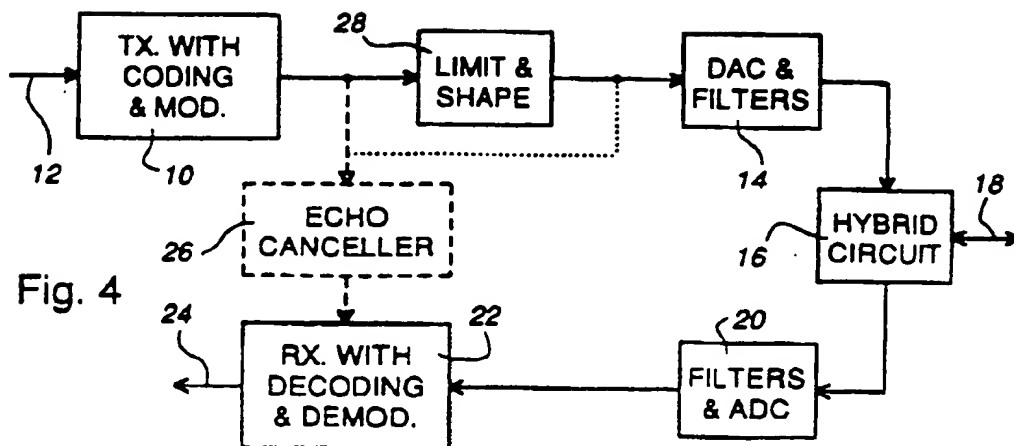
9. Schaltungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Signalbearbeitungsmittel zudem ein achttes Signal ab-
geben, das zum Steuern der Echounterdrückungsmittel vorgese-
hen ist.

10. Schaltungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß zwischen die Mittel zur Analog-Digital-Umsetzung und die
Sendemittel weitere Mittel zur Signalbearbeitung geschaltet
sind.

1/6



2/6



3/6

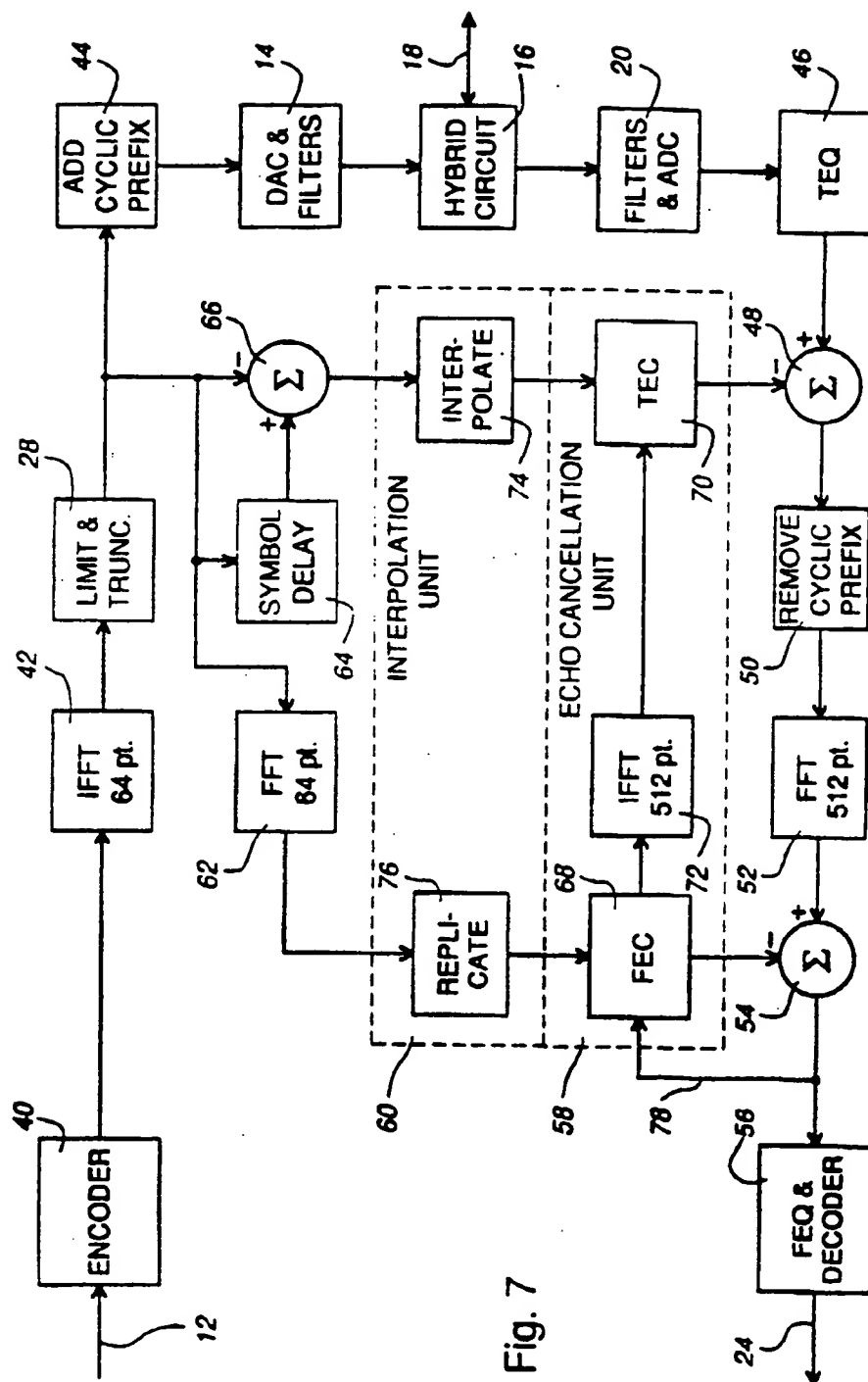


Fig. 7

4/6

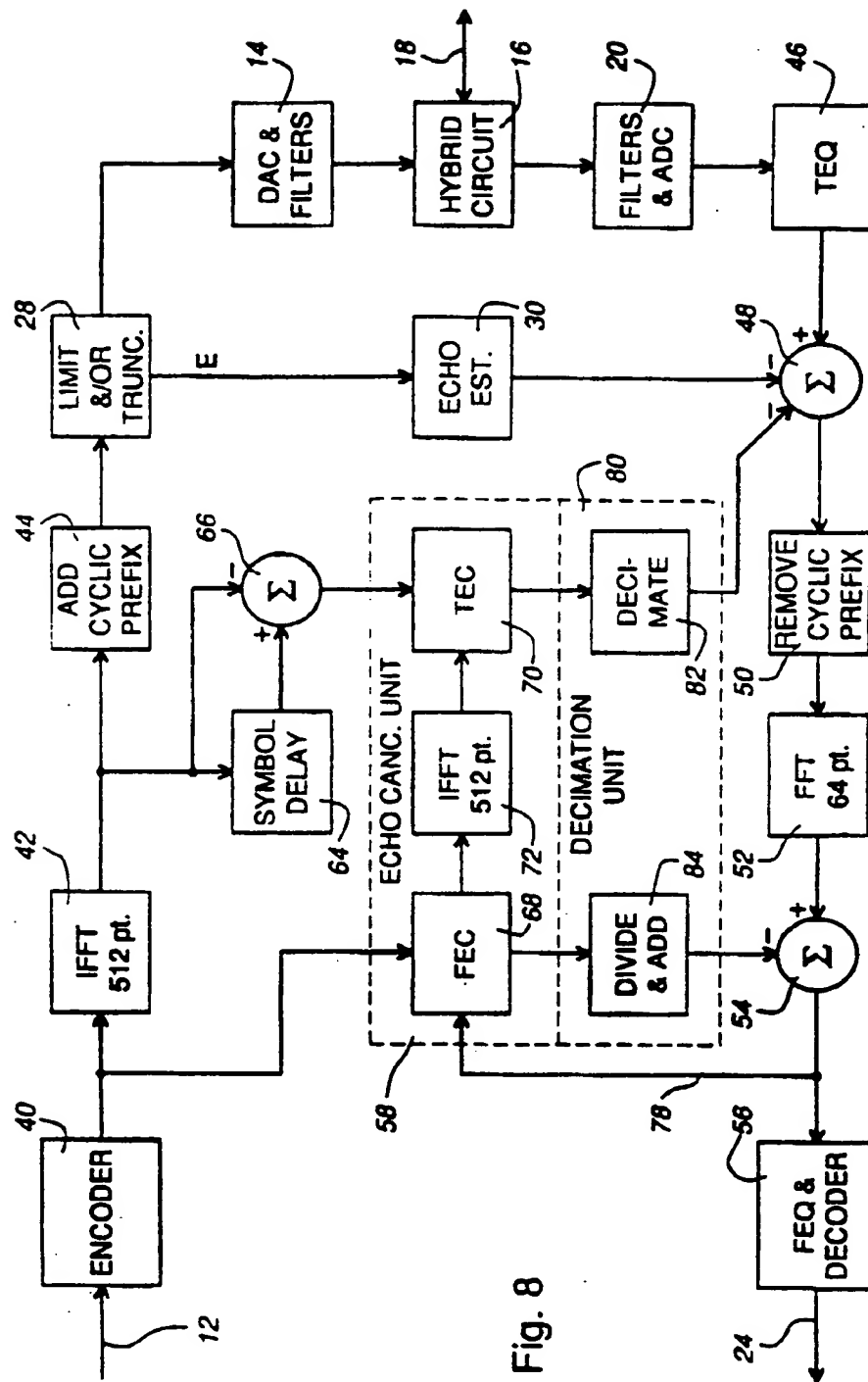


Fig. 8

5/6

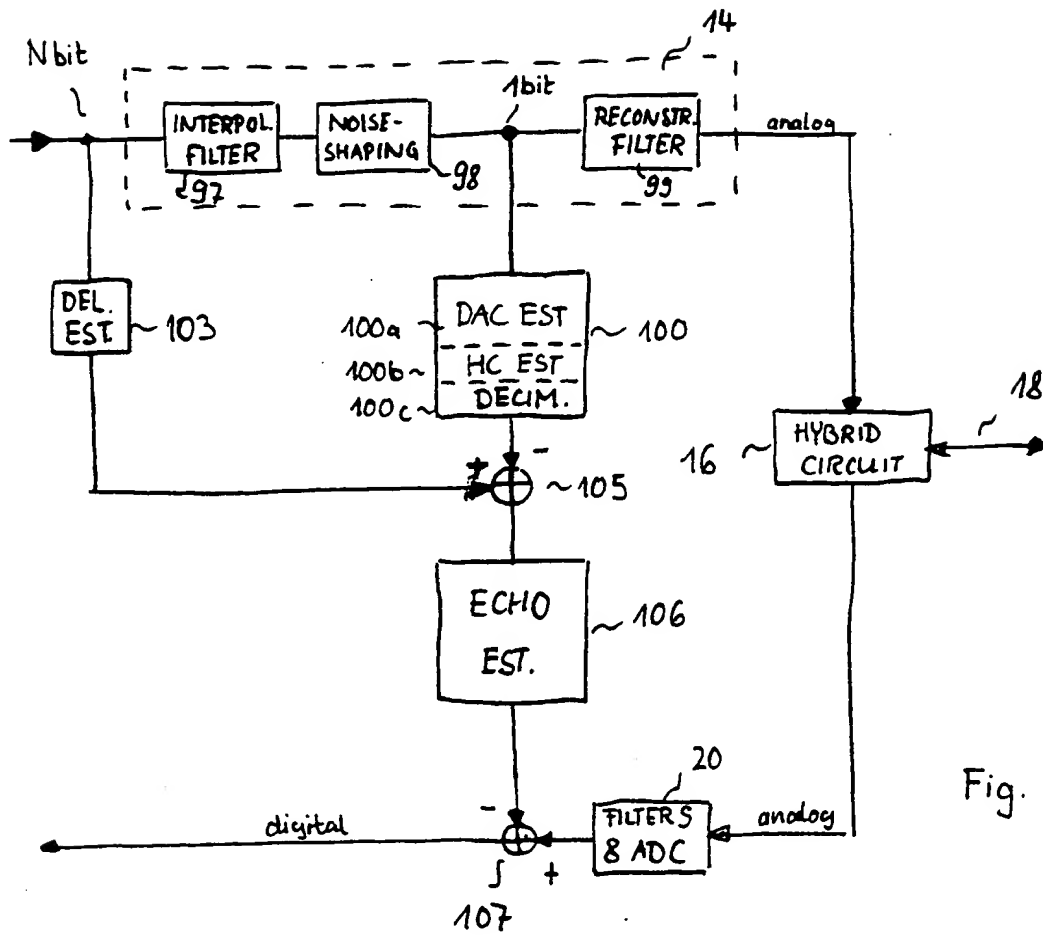


Fig. 9

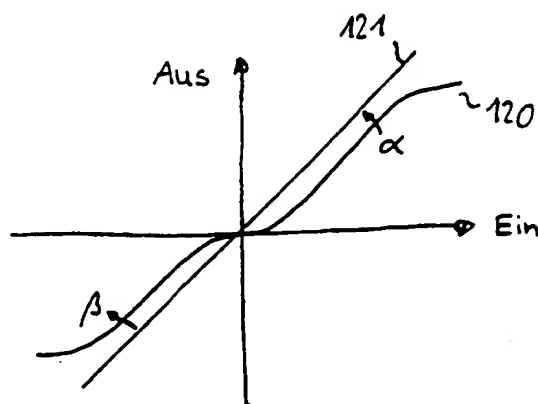


Fig. 10

6/6

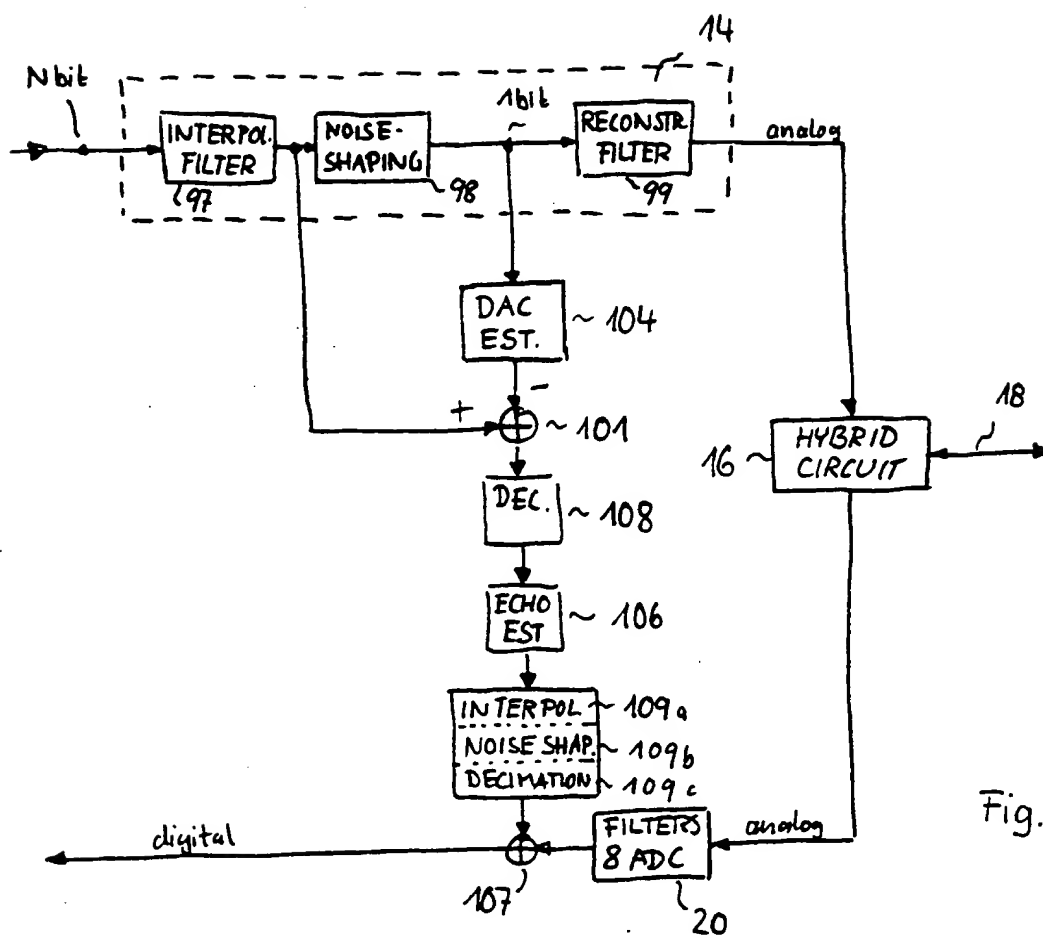


Fig. 11